

**Efeito do Período de Armazenamento  
Refrigerado e Uso de Aditivos na  
Qualidade de Maçã 'Fuji'  
Minimamente Processada**



*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária  
Embrapa Clima Temperado  
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento*

# ***Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento*** 203

## **Efeito do Período de Armazenamento Refrigerado e Uso de Aditivos na Qualidade de Maçã 'Fuji' Minimamente Processada**

Rufino Fernando Flores Cantillano  
Marines Batalha Moreno  
Cesar Valmor Rombaldi

Embrapa Clima Temperado  
Pelotas, RS  
2014

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

**Embrapa Clima Temperado**

Endereço: BR 392, Km 78

Caixa postal 403, CEP 96010-971 - Pelotas/RS

Fone: (53) 3275-8100

www.embrapa.br/clima-temperado

SAC: www.embrapa.br/fale-conosco/sac

**Comitê de Publicações da Unidade Responsável**

Presidente: *Ariano Martins de Magalhães Júnior*

Secretária-Executiva: *Bárbara Chevallier Cosenza*

Membros: *Márcia Vizzotto, Ana Paula Schneid Afonso, Giovani Theisen, Luis Antônio*

*Suita de Castro, Flávio Luiz Carpena Carvalho*

Suplentes: *Isabel Helena Vernetti Azambuja e Beatriz Marti Emygdio.*

Revisão de texto: *Ana Luíza B. Viegas*

Normalização bibliográfica: *Marilaine Schaun Pelufê*

Editoração eletrônica: *Daiele Silva da Rosa (estagiária)*

Foto da Capa: *Fernando Cantillano*

**1ª edição**

1ª impressão (2014): 30 exemplares

**Todos os direitos reservados.**

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)**

Embrapa Clima Temperado

---

F634q Flores Cantillano, Rufino Fernando

Efeito do período de armazenamento refrigerado e uso de aditivos na qualidade de maçã cv. Fuji minimamente processada / Rufino Fernando Flores Cantillano, Marines Batalha Moreno, Cesar Valmor Rombaldi. - Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2014.

27 p. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento / Embrapa Clima Temperado, ISSN 1678-2518 ; 203)

1. Maçã. 2. Fruta de clima temperado.  
3. Fruticultura. 4. Armazenamento de alimento.  
I. Moreno, Marines Batalha. II. Rombaldi, Cesar Valmor.  
III. Título. IV. Série.

# Sumário

<b>Resumo .....</b>	<b>5</b>
<b>Abstract .....</b>	<b>7</b>
<b>Introdução .....</b>	<b>9</b>
<b>Material e Métodos .....</b>	<b>10</b>
<b>Resultados e Discussão .....</b>	<b>12</b>
<b>Conclusões .....</b>	<b>22</b>
<b>Referências .....</b>	<b>22</b>



# **Efeito do Período de Armazenamento Refrigerado e Uso de Aditivos na Qualidade de Maçã 'Fuji' Minimamente Processada**

---

*Rufino Fernando Flores Cantillano<sup>1</sup>*

*Marines Batalha Moreno<sup>2</sup>*

*Cesar Valmor Rombaldi<sup>3</sup>*

## **Resumo**

O escurecimento enzimático é uma das alterações mais facilmente perceptíveis em maçãs minimamente processadas (MP) e sua ocorrência pode ser afetada pelo tempo de armazenamento dos frutos antes do processamento. Por isso testaram-se tratamentos pós-processamento, visando prevenir essa alteração, buscando associar com possíveis interações com o tempo de estocagem dos frutos antes do processamento. Foram utilizadas maçãs 'Fuji' armazenadas durante 20 dias, 78 dias, 138 dias e 188 dias em atmosfera refrigerada a 0 °C e 90-95% UR. Os frutos inteiros de cada período foram sanitizados, cortados em 4 partes e tratados com cloreto de L-cisteína (LC) a 0,5% (T2), ácido ascórbico (AA) a 1% (T3), LC a 0,5% com cloreto de cálcio (CC) (T4) a 1%, AA a 1% com CC a 1% (T5) e, como controle, água destilada (T1). Posteriormente as maçãs já processadas foram acondicionadas em bandejas de isopor, cobertas com filme PVC e armazenadas por 3 dias (E1), 6 dias (E2), 9 dias (E3) e 12 dias (E4) dias em câmara fria a  $\pm 4$  °C, simulando períodos de comercialização. Como

---

<sup>1</sup> Engenheiro-agrônomo, D.Sc. em Tecnologia de Alimentos, pesquisador da Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS, fernando.cantillano@embrapa.br

<sup>2</sup> Engenheira-agrônoma, M.Sc. em Ciência e Tecnologia Agroindustrial, Ufpel, Pelotas, RS, marinesfaem@gmail.br

<sup>3</sup> Engenheiro-agrônomo, D.Sc. em Biologia Molecular Vegetal, professor da Ufpel, Pelotas, RS, cesarvrf@ufpel.edu.br

variáveis dependentes, avaliou-se a coloração da polpa ( $L$ ,  $a^*$ ,  $b^*$  e  $H^\circ$ ), o teor de sólidos solúveis totais, a acidez total titulável e a firmeza de polpa. Conclui-se que o tempo de armazenamento refrigerado, antes do processamento, afeta a qualidade das maçãs minimamente processadas e que, após o processamento, o uso de LC+CC foi o melhor tratamento para preservar a qualidade em maçãs 'Fuji'.

Termos para indexação: processamento mínimo, pós-colheita, refrigeração.

# Effect of Refrigerated Storage Time and Additives on the Quality of Minimally Processed 'Fuji' Apple.

---

## Abstract

*Enzymatic browning is one of the most easily noticeable change in minimally processed apples (MP), and its occurrence can be affected by the storage time of fruit before processing. Therefore, post-processing treatments were tested to prevent this change, looking for possible interactions with time of storage of fruits before processing. 'Fuji' apple fruits were stored for 20, 78, 138 and 188 days in refrigerated room at 0 °C and 90-95% RH. Whole fruits of each time of storage were sanitized, cut into four pieces and treated with L-cysteine chloride (LC) 0.5% (T2), ascorbic acid (AA) 1 % (T3), LC + 0.5% calcium chloride (CC) 1% (T4), 1% AA + CC 1% (T5), and distilled water as the control (T1). Later, processed apples were placed in trays, covered with plastic wrap, and stored for three (E1), six (E2), nine (E3), and twelve (E4) days in a cold chamber at  $\pm 4$  °C, simulating marketing time. As dependent variables, the pulp color ( $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$  and  $H^\circ$ ), the total soluble solid content, total titratable acidity and firmness were evaluated. It was concluded that cold storage before processing affects the quality of minimally processed apples, and, after processing, the use of LC + CC is the best treatment to preserve 'Fuji' apple quality .*

*Index terms: minimal processing, postharvest, cold storage.*





## Introdução

A maçã é o terceiro fruto mais consumido pelas famílias brasileiras, perdendo apenas para a banana e as frutas cítricas (IBGE, 2013). As mudanças de hábitos de consumo vêm crescendo, potencializando o setor de frutas minimamente processadas (GOODBURN; WALLACE, 2013), com isso, aumentando a competitividade no setor produtivo e possibilitando novas oportunidades de colocação de produtos no mercado.

Uma série de etapas caracteriza o processamento mínimo como sanitização, descascamento, corte e/ou abrasões, que promovem a conveniência de consumo de frutos e hortaliças, a expensas da redução de sua vida útil pós-colheita. Para a redução do escurecimento enzimático de vegetais vários aditivos ou agentes coadjuvantes se aplicam, tais como cloreto de L-cisteína, ácido L-ascórbico e cloreto de cálcio. O cloreto de L-cisteína tem sido utilizado com eficácia na conservação de bananas (MELO; VILAS-BOAS, 2006), maçãs e batatas (MOLNAR-PEARL; FRIEDMAN, 1990; ROCCULI et al., 2007). Os compostos que contêm grupo tiol, como L-cisteína, N-acetil-L-cisteína e glutatona reduzida são bons inibidores da enzima polifenoloxidase (PFO), a qual catalisa o escurecimento enzimático em frutas e hortaliças (FRIEDMAN; BAUTISTA, 1995). O ácido L-ascórbico tem sua ação redutora das o-quinonas, formadas através da oxidação dos fenóis pelas PFO, até os o-dihidroxifenóis e ação direta sobre a enzima PFO, complexando o cobre do grupo prostético desta, causando sua inibição (SAPERS; MILLER, 1998 apud MELO; VILAS BOAS, 2006) e contribuição nutricional (vitamina C), sendo utilizado com eficácia para evitar o escurecimento enzimático de batatas (ROCCULI et al., 2007), abacaxis (GONZÁLEZ-AGUILAR et al., 2004), peras (GORNÝ et al., 2002), entre outros. O cloreto de cálcio é um agente quelante, amplamente empregado na conservação de frutos e hortaliças minimamente processadas, tornando firmes as células dos tecidos destes vegetais (MELO; VILAS-BOAS, 2007).

O uso de agentes coadjuvantes para prolongar a vida útil dos alimentos é de grande interesse, já que podem manter a qualidade, controlar a perda de características sensoriais, de textura, de água e evitar a ocorrência das reações de escurecimento. Diante do exposto o presente trabalho teve como objetivo avaliar a capacidade de prolongamento da vida útil da maçã cv. Fuji minimamente processada, aplicando os agentes coadjuvantes (cloreto de L-cisteína, ácido L-ascórbico e cloreto de cálcio) individuais ou combinados, assim como determinar o melhor período de armazenamento do fruto inteiro para a realização do processamento mínimo.

## **Materiais e Métodos**

O material utilizado neste experimento foram maçãs 'Fuji' provenientes do pomar comercial da empresa Randon Agrosilvopastoril S.A. (Rasip), em Vacaria, RS, Brasil, situado a aproximadamente 900 m de altitude, apresentando como coordenadas geográficas 50° 56' 02" de latitude sul e 28° 30' 14" de longitude oeste. As maçãs foram selecionadas quanto ao tamanho, grau de maturação e à ausência de danos mecânicos visíveis ou podridões. Os frutos foram armazenados em câmara fria com temperatura de 0 °C e com umidade relativa entre 90 - 95% para posteriormente serem processadas e analisadas no Laboratório de Pós-colheita da Embrapa Clima Temperado (Pelotas, RS Brasil).

Os frutos íntegros foram armazenados por diversos períodos [20 dias (P1), 78 dias (P2), 138 dias (P3) e 188 dias (P4) dias], após os quais realizou-se o processamento mínimo dos frutos. Inicialmente, as maçãs passaram pela sanitização com hipoclorito de sódio a 0,2%, pH 6,0 por 10 minutos em temperatura ambiente. As maçãs íntegras e de mesmo calibre foram cortadas em quatro pedaços, em formato de gomos, retirando-se a parte central que contém as sementes.

Posteriormente, as maçãs foram tratadas por imersão de 1min, com drenagem de 1 minuto, nos seguintes tratamentos: água destilada como controle (T1), cloreto de L-cisteína (LC) a 0,5% (m/v) (T2), ácido L-ascórbico (AA) a 1% (m/v) (T3), LC a 0,5% juntamente com cloreto de cálcio (CC) a 1% (m/v) (T4) e AA a 1% (m/v) juntamente com CC a 1% (m/v) (T5).

As maçãs, já processadas e no formato de gomos, foram acondicionadas em bandejas de poliestireno expandido (isopor) de 150 mmx150 mmx20 mm, cobertas com filme de policloreto de vinila (PVC) esticável de 9 micra. As maçãs acondicionadas nessas bandejas foram armazenadas, simulando as seguintes épocas de comercialização: 3 dias (E1), 6 dias (E2), 9 dias (E3) e 12 dias (E4) dias em câmara fria a  $\pm 4^{\circ}\text{C}$ , sob UR de 90% a 95%, simulando o período de comercialização do produto. A temperatura e a UR das câmaras frigoríficas foram monitoradas por um sistema computadorizado. Para cada análise prepararam-se 12 bandejas para cada tratamento, totalizando 60 bandejas (T1, T2, T3, T4 e T5) por período, totalizando 240 bandejas para as quatro épocas de análise pós-processamento. Como foram realizadas análises em quatro períodos (P1, P2, P3 e P4) o delineamento total completou 960 bandejas.

A coloração da polpa foi mensurada com o colorímetro Minolta CR-300, com sistema de leitura CIE  $L^*a^*b^*$ , proposto pela *Commission Internationale de l'Éclairage* (CIE), e o matiz ou tonalidade cromática representado pelo ângulo Hue ( $H^{\circ}$ ), através da fórmula arco tangente  $b^*/a^*$ . O resultado desta equação, expresso em radianos, foi então convertido em graus, conforme Minolta (1994).

A firmeza de polpa foi realizada com o auxílio de penetrômetro manual, McCormick FT 327, com ponteira cilíndrica de 8 mm de diâmetro. Foram feitas cinco leituras por unidade experimental e os resultados expressos em Newton (N). Para acidez total titulável (ATT) foram utilizados 10 mL de polpa triturada de maçã adicionadas de 90 mL de água destilada. A titulação da amostra foi feita com o auxílio

de bureta digital, Brand®, contendo solução de hidróxido de sódio (NaOH) a 0,1 N até atingir o pH 8,1. A acidez titulável foi expressa em gramas de ácido málico\*100g<sup>-1</sup> de polpa (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 2008). O teor de sólidos solúveis totais foi quantificado com um refratômetro digital manual, ATAGO, modelo PAL-1, que consiste em medir o índice de refração da amostra e os resultados foram expressos em °Brix (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 2008).

O delineamento experimental utilizado foi completamente casualizado, em esquema trifatorial com três repetições. O fator A foi composto por períodos de armazenamento das maçãs inteiras, pré-processamento, em câmara fria [20 dias (P1), 78 dias (P2), 138 dias (P3) e 188 dias (P4) dias]; o fator B foi representado por épocas de armazenamento pós-processamento mínimo, simulando vida de prateleira e comercialização (E1: 3 dias, E2: 6 dias, E3: 9 dias e E4: 12 dias) e, o fator C, foi representado por tratamentos químicos (T1: controle, água destilada; T2: LC 0,5%; T3: AA 1%; T4: LC 0,5% + CC 1%; T5: AA 1% + CC 1%). Os dados obtidos foram analisados, quanto à normalidade, pelo teste de Shapiro-Wilk, a homocedasticidade pelo teste de Hartley e a independência dos resíduos foi verificada graficamente. Posteriormente, foram submetidos à análise de variância (p 0,05). Em caso de significância, os efeitos dos tratamentos foram analisados por intervalo de confiança. A diferença entre os tratamentos foi considerada significativa, quando não houve sobreposição entre os intervalos de confiança a 95% de probabilidade.

## Resultados e Discussão

A avaliação da cor constitui mensurar a coloração da polpa das frutas pelas variáveis  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$  e ângulo Hue ( $H^\circ$ ). No caso específico dos valores de  $L^*$ , que indicam a claridade da polpa das maçãs, houve efeito significativo do tempo de armazenamento das maçãs pré-processadas, dos tratamentos aplicados no processamento e o

tempo de estocagem. O valor de  $L^*$  que indica a cor mais clara da polpa mostrou que o prolongamento do período de estocagem das maçãs de 20 para 78 dias favoreceu a ocorrência do escurecimento da polpa (Figura 1A) nesse período inicial de armazenamento. A partir daí, as diferenças não foram significativas. Porém, quando foram aplicados os tratamentos T2 (LC 0,5%), T3 (AA 1%), T4 (LC 0,5% + CC 1%) e T5 (AA 1% + CC 1%) o escurecimento foi prevenido (Figura 1 A-B). Dentre os tratamentos aplicados às maçãs processadas, o que proporcionou melhor preservação da coloração clara dos frutos foi o T4, mantendo os valores médios de  $L^*$  entre 76,4 a 77,94 (Figura 1A). No contraposto, está o tratamento controle, no qual os valores médios de  $L^*$  variaram de 71,96 a 74,25. Quando se compara a aplicação do tratamento T2 ou T3 ou o uso combinado com CC, (T4 e T5) a melhor resposta foi quando o LC está presente. Maçãs 'Red Delicious' minimamente processadas armazenadas por 24 horas a 4 °C também apresentaram as polpas mais claras quando tratadas com L-Cisteína a 0,5% (EISSA et al., 2006). A redução dos valores de  $L^*$  em maçãs armazenadas por períodos mais prolongados era resultado esperado, tendo em vista que nessa condição, há ocorrência de transformações bioquímicas e fisiológicas nos frutos, favorecendo o escurecimento enzimático (JOHNSTON et al., 2002). Em pêssegos minimamente processados, tanto de polpa amarela quanto de polpa branca, foi observada a diminuição no valor de  $L^*$  ao longo do armazenamento (MARTÍN et al., 2011). No caso da maçã 'Fuji' o problema se acentuou após 78 dias de armazenamento refrigerado. Para a indústria que irá processar maçãs cv. Fuji esse resultado é de suma importância, pois deverá prever que os frutos com maior tempo de armazenamento nas câmaras frias terão maior suscetibilidade ao escurecimento. Por isso deverá prever práticas tecnológicas que previnam o problema. Verificou-se que o uso de LC+CC constitui-se uma boa alternativa. Em relação às alterações dos valores de  $L^*$ , após o processamento, novamente ocorreu o destaque positivo do tratamento com LC+CC, seguido pelo uso de AA+CC. Quando comparada a eficiência da LC e do AA, aplicados isoladamente, há superioridade da LC, especialmente nos primeiros seis dias após o processamento (Figura 1B). Embora

trabalhando com pêssegos, Costa (2010) também observou que a aplicação de LC+CC é o tratamento que proporciona melhor prevenção da coloração dos frutos minimamente processados. Porém, este autor alerta para o fato de que a LC proporciona alteração no escurecimento em pêssegos MP após quatro dias de armazenamento.

No que concerne aos valores de  $a^*$  observou-se que ao prolongar o período de estocagem das maçãs em câmara fria aumentaram os valores, proporcionando colorações mais avermelhadas. Estudo com maçãs 'Fuji' minimamente processadas relatam o aumento do valor de  $a^*$  ao longo do armazenamento, sendo este mais evidenciado quando o armazenamento ocorre em temperaturas maiores do que 20 °C (QI et al., 2011). Assim, considerando-se que quanto menores os valores de  $a^*$  melhor é a coloração das maçãs minimamente processadas, essa condição foi obtida com frutos processados a partir de lotes de maçãs oriundos de 20 dias a 78 dias (Figura 1C) e quando se aplicou o tratamento com LC+CC no processamento. Desta forma, mais uma vez, comprova-se a suscetibilidade das maçãs ao escurecimento, intensificado pelo prolongamento do armazenamento dos frutos antes do processamento. Para prevenir esse problema há necessidade de utilizar tecnologias que previnam o escurecimento. Neste contexto, a LC, quando combinada com CC, foi o tratamento que proporcionou os melhores resultados. Mesmo assim, sua eficiência é maior quando os frutos íntegros têm menor tempo de armazenamento de câmara fria, bem como em frutos minimamente processados armazenados sob refrigeração por até seis dias (Figura 1D). Rojas-Graü et al. (2006) encontraram resultados semelhantes ao avaliar o escurecimento em maçã minimamente processada, indicando que N-acetil-L-cisteína e glutathione são eficazes na prevenção do escurecimento.

O valor de  $b^*$ , no caso do aumento, indica coloração mais amarelada da polpa dos frutos. Assim, quanto menores os valores de  $b^*$ , melhor a coloração das maçãs minimamente processadas. Os frutos provenientes dos primeiros períodos de armazenamento (20 dias e 78 dias) obtiveram os melhores resultados (Figura 1E) e, ao

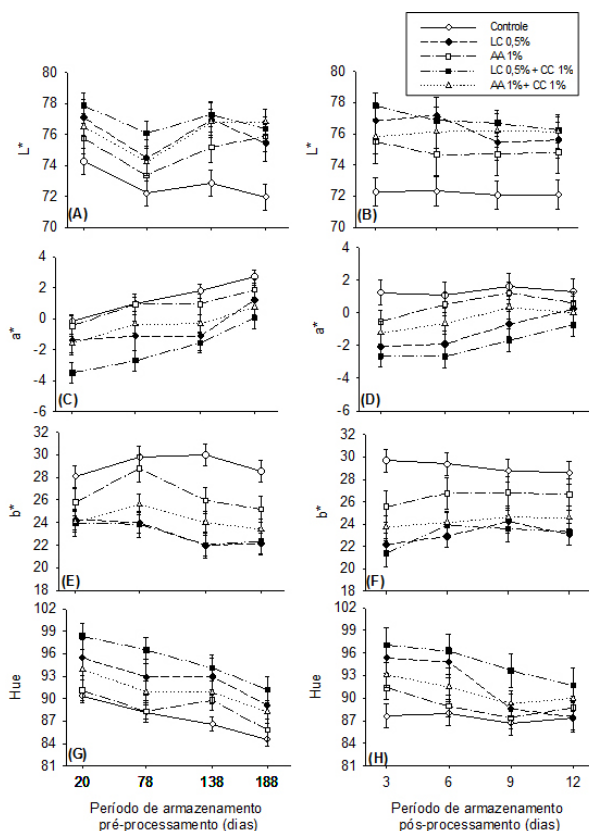
serem aplicados os tratamentos com os aditivos, o amarelecimento da polpa foi evitado. Dentre os tratamentos aplicados às maçãs minimamente processadas, os que proporcionaram o menor índice de amarelecimento da polpa foram os tratamentos com LC (LC e LC+CC), mantendo os valores médios de  $b^*$  entre 22,20 e 24,29 para a LC, e mantendo os valores médios de  $b^*$  entre 21,46 e 23,87 para a LC+CC (Figura 1F). No contraposto, está o tratamento controle no qual os valores médios de  $b^*$  estão entre 28,62 e 29,70. Silva (2013) também encontrou eficiência na prevenção da coloração, com relação ao valor de  $b^*$ , com o tratamento de L-cisteína em pêssegos de polpa branca da cv. Marfim. A tendência ao amarelecimento da polpa já era esperada, pois ao aumentar o período de estocagem das maçãs sob refrigeração aumenta-se a suscetibilidade às alterações desta variável (GUPTA et al., 2009). Em relação à coloração da polpa de maçãs, notou-se que as cultivares subtropicais da região leste paulista apresentaram diferentes intensidades de cor amarela, sendo a cv. Baronesa a que apresentou a cor da polpa amarela mais pálida, em contraposto a cv. Eva (CHAGAS et al., 2012). Este aumento do valor de  $b^*$  ao decorrer da época de armazenamento (1 dia a 10 dias) foi constatado por Fagundes (2009) em maçãs 'Gala', minimamente processadas, armazenadas a 2 °C sob atmosfera modificada. No caso da maçã 'Fuji', minimamente processada, a melhor coloração da polpa foi obtida com frutos processados a partir dos lotes de frutos inteiros armazenados até 78 dias e quando foram utilizados os tratamentos LC e LC+CC no processamento (Figura 1E). Após o processamento, o valor  $b^*$  apresenta um aumento até os seis dias de vida de prateleira, mantendo-se constante após esse período até os 12 dias de vida de prateleira. Em estudo com maçãs minimamente processadas, os autores Fontes et al. (2008) observaram que o valor  $b^*$  revelou diferença significativa entre os tratamentos com películas comestíveis nos dias (1 a 13) de armazenamento, com valor de  $b^*$  decrescente no tratamento controle ao prolongamento do armazenamento.

Os valores de ângulo Hue ( $H^\circ$ ) refletem uma tendência inversa em relação aos valores de  $a^*$ , ou seja, o prolongamento do tempo



de armazenamento dos frutos, antes e depois do processamento, favorece o aumento dos valores de  $a^*$ , havendo tendência inversa para os valores do ângulo Hue. Além disso, o tratamento que mais contribuiu para evitar o escurecimento com menores valores de  $a^*$  também é aquele que proporciona os maiores valores de  $H^\circ$ , ou seja, o tratamento LC+CC (Figura 1G-H). Mais uma vez, há demonstração da ação desse aminoácido como meio de prevenção ao escurecimento em maçãs 'Fuji' minimamente processadas.

Ao se prolongar o período de estocagem das maçãs pré-processadas em câmara frias aumentou a suscetibilidade as alterações desta variável. Ao observar a Figura 1H nota-se que a prevenção do escurecimento pode ser feita com os tratamentos realizados neste estudo. Quando comparado com o controle, o uso de LC e LC+CC preveniu o escurecimento das maçãs minimamente processadas até o sexto dia de estocagem. González-Buesa et al. (2011) relataram diminuição do valor do ângulo Hue ao longo dos nove dias de armazenagem de pêssegos 'Andross' minimamente processados.



**Figura 1.** Parâmetros de coloração L\* (A e B), a\* (C e D), b\* (E e F) e Hue (G e H) de maçãs cv. Fuji submetidas a períodos de armazenamento pré-processamento (20, 78, 138 e 188 dias) e pós-processamento (3 dias, 6 dias, 9 dias e 12 dias), após serem minimamente processadas e tratadas com: controle, água destilada; cloreto de L-cisteína a 0,5% (LC 0,5%); ácido ascórbico a 1% (AA 1%); cloreto de L-cisteína a 0,5% + cloreto de cálcio (CC) a 1% (LC 0,5% + CC 1%) e ácido ascórbico a 1% + cloreto de cálcio a 1% (AA 1% + CC 1%). Embrapa Clima Temperado, Pelotas, 2013.

\*As barras verticais representam os intervalos de confiança a 95%.

Com relação à firmeza da polpa das maçãs 'Fuji' não houve interação significativa quanto ao período de armazenamento pré-processamento das maçãs para com os tratamentos dos coadjuvantes utilizados pós-processamento. Após o processamento das maçãs houve redução da firmeza de polpa em todos os tratamentos. Segundo Cantillano et al. (1981), a perda de firmeza de polpa, entre outros fatores, são parâmetros de maturação e de qualidade e que podem determinar a duração do período de armazenamento de maçãs. Houve diminuição na firmeza da polpa das maçãs minimamente processadas com a estocagem do produto, alterando de 32,89N a 27,53N no tratamento controle (Figura 2B). Em contraposto, as maçãs minimamente processadas que mantiveram melhor a firmeza foram as provenientes dos tratamentos de LL+CC com valores médios de 32,83N a 31,30N e o AA+CC com valores médios de 33,07N a 30,83N (Figura 2B). Mesmo assim, a eficiência é maior em frutos com menor tempo de armazenamento em câmara fria e em frutos minimamente processados e armazenados sob refrigeração por até seis dias. Supapvanich, Pimsaga e Srisujan (2011) ao trabalharem com maçãs minimamente processadas observaram que a firmeza destas manteve-se constante durante sete dias de armazenamento. Os efeitos positivos na preservação da integridade e funcionalidade da parede celular, na aplicação de CC, mantendo por mais tempo a consistência firme do fruto, foi constatado por Linhares et al. (2007). A hipótese mais provável a esta resposta está relacionada com a interação do cálcio com as substâncias pécticas, responsáveis pelas mudanças de textura dos frutos (CHITARRA; CHITARRA, 2005), diminuindo a suscetibilidade à solubilização (LUNA-GUZMÁN; BARRET, 2000).

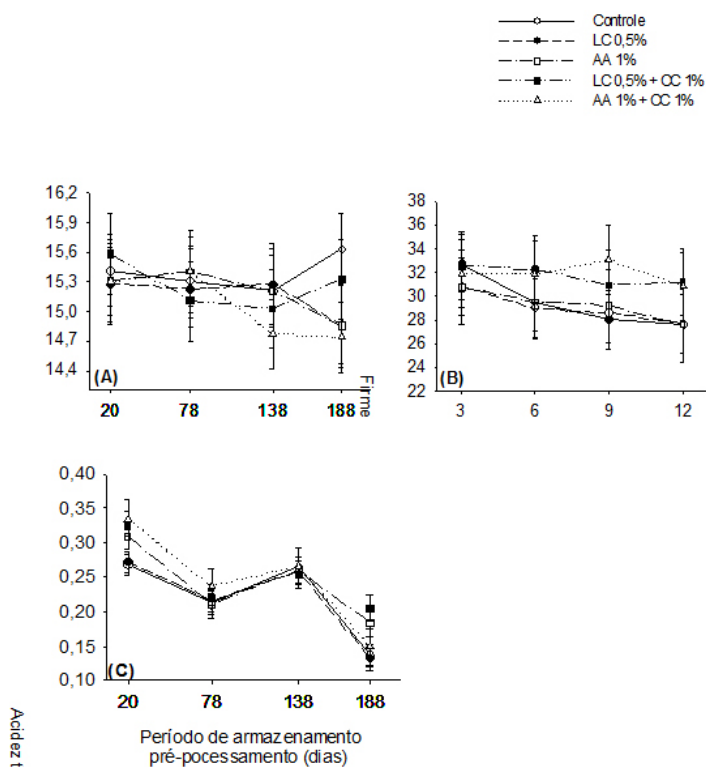
Com relação à acidez total titulável observou-se que não houve diferença estatística entre o período de armazenamento das maçãs pós-processamento e os tratamentos dos coadjuvantes utilizados. Já, ao se analisar a influência do fator período de armazenamento das maçãs pré-processadas e dos tratamentos utilizados (Figura 2C), observa-se que a acidez total titulável diminuiu à medida em que foi prolongado o período de armazenamento dos frutos. Esta

perda dos ácidos orgânicos ocorre com os processos metabólicos da maturação e senescência dos frutos em decorrência do seu uso como substrato no processo respiratório ou de sua conversão em açúcares (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

Neste estudo, as variações dos valores médios da acidez titulável para os períodos de armazenamento das maçãs pré-processadas foram de 0,26 a 0,33 para 20 dias, de 0,21 a 0,23 para 78 dias, de 0,25 a 0,26 para 138 dias e de 0,13 a 0,20 para 188 dias, entre os tratamentos utilizados (Figura 2C). A acidez titulável para maçãs 'Fuji', in natura, colhidas no estágio de maturação comercial, produzidas no Brasil, variam de 0,22% a 0,23% de ácido málico (GOULARTE et al., 2010). Já, em maçãs minimamente processadas com o uso de películas comestíveis a acidez titulável variou de 0,26% a 0,56% de ácido málico entre os tratamentos utilizados, para com os períodos de armazenamento pós-processamento (FONTES et al., 2008). A causa provável para essa queda na acidez se deve ao metabolismo respiratório dos frutos que continua durante o armazenamento refrigerado. Para que se reduzam alguns problemas as maçãs devem ser armazenadas em atmosferas modificadas e/ou com o tratamento do composto volátil de 1-metilciclopropeno (1-MCP), o que reduz a atividade metabólica. Como consequência, preserva a acidez dos frutos (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

Com relação ao teor de sólidos solúveis totais (SST) não houve diferença significativa entre os períodos de armazenamento das maçãs pós-processamento com os tratamentos utilizados. Houve interação significativa entre os períodos de armazenamento das maçãs pré-processamento com os tratamentos realizados com coadjuvantes em maçãs cv. Fuji (Figura 2A). Neste estudo encontraram-se valores médios de SST entre 14,72 a 15,65 (°Brix) obtidos com maçãs 'Fuji' minimamente processadas, estando em conformidade com os valores médios alcançados por Fontes et al. (2008), que ao trabalharem com maçãs cv. Royal Gala minimamente processadas e tratadas com diferentes películas encontrou valores

de SST entre 10,3 a 16,6 (°Brix). Nos períodos 20 dias a 138 dias não houve variações significativas entre os tratamentos LC e AA perante a avaliação da retirada da câmara fria para o processamento mínimo. Em contraposto está o tratamento LC+CC que diminuiu o teor de SST de 15,58 °Brix a 15,09 °Brix entre os períodos de 20 dias a 78 dias, e o tratamento AA+CC que diminuiu o teor de SST de 15,40 °Brix a 14,77 °Brix entre os períodos de 78 dias a 138 dias. O aumento observado nos sólidos solúveis totais para os tratamentos T1 (água destilada) e T4 (LC 0,5% + CC 1%), no último período pode estar relacionado ao acúmulo de açúcares pela perda da umidade (COSTA; BALBINO, 2002). Já no último período houve redução nos demais tratamentos (T2, T3 e T5). Este comportamento pode estar associado ao consumo de açúcares, devido ao maior metabolismo respiratório do fruto com a temperatura.



**Figura 2.** Sólidos solúveis (°Brix) (A), firmeza de polpa (N)(B) e acidez titulável (% de ácido málico)(C) de maçãs cv. Fuji submetidas a períodos de armazenamento pré-processamento (20 dias, 78 dias, 138 dias e 188 dias) e pós-processamento (3 dias, 6 dias, 9 dias e 12 dias), após minimamente processadas e tratadas com: controle, água destilada; cloreto de L-cisteína a 0,5% (LC 0,5%); ácido ascórbico a 1% (AA 1%); cloreto de L-cisteína a 0,5% + cloreto de cálcio (CC) a 1% (LC 0,5% + CC 1%) e ácido ascórbico a 1% + cloreto de cálcio a 1% (AA 1% + CC 1%). Embrapa Clima Temperado, Pelotas, 2013.

\*As barras verticais representam os intervalos de confiança a 95%.

## Conclusões

Maçãs 'Fuji', inteiras e sem processar, armazenadas sob refrigeração por períodos superiores a 78 dias, apresentam aumento da suscetibilidade ao escurecimento e amolecimento após seu processamento.

Após o processamento, o escurecimento e amolecimento podem ser evitados mediante o uso de aditivos, principalmente quando se combina cloreto de L-cisteína a 0,5% com cloreto de cálcio a 1%, o que permite estender a vida de prateleira desses produtos até seis dias.

## Referências

BRAND-WILLIAMS, W.; CUVELIER, M. E.; BERSET, C. Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. **Food Science and Technology**, v. 28, p. 25-30, 1995.

CANTILLANO, R. F. F.; CAMELATTO, D.; MEDEIROS, A. D.; PAIVA, E. Efeito do grau de maturação na conservação de maçãs cv. Golden Delicious. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 6., 1981, Recife. **Anais....** Recife: SBF, 1981. p. 845-856.

CHAGAS, E. A.; CHAGAS, P. C.; PIO, R.; NETO-BETTIOL, J. E.; SANCHES, J.; CARMO, S. A.; CIA, P. PASQUAL, M.; CARVALHO, A. S. Produção e atributos de qualidade de cultivares de macieira nas condições subtropicais da região Leste paulista. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 42, n. 10, p. 1764-1769, out. 2012.

CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutas e hortaliças: fisiologia e manejo**. 2.ed. Lavras: UFLA, 2005. 785 p.

COSTA, A. C. **Estudo de conservação de pêssego [*Prunus persica* (L.) Batsch] minimamente processado**. 2010. 79 f. Tese (Doutorado em Ciência e Tecnologia Agroindustrial) – Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas.

COSTA, A. F. S.; BALBINO, J. M. S. Características da fruta para exportação e normas de qualidade. In: FOLEGATTI, M. I. S.; MATSUURA, F. C. A. U. (Ed.). **Mamão: pós-colheita**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2002. p. 12-18. (Série Frutas do Brasil, 21).

EISSA, H. A.; FADEL, H. H. M.; IBRAHIM, G. E.; HASSAN, I. M.; ELRASHID, A. A. Thiol containing compounds as controlling agents of enzymatic browning in some apple products. **Food Research International**, v. 39, p. 855–863, 2006.

FAGUNDES, C. **Estudo cinético do processamento mínimo de maçã (*Malus domestica* B.) var. 'Gala': influência da temperatura na taxa respiratória e nos parâmetros físico-químicos e sensoriais**. 2009. 116 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos) - Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2009.

FLURKEY, W.; JEN, J. Peroxidase and polyphenol oxidase actives in developing peaches. **Journal of Food Science**, Malden, v. 43, p. 1826–1831, 1978.

FONTES, L. C. B.; SARMENTO, S. B. S.; SPOTO, M. H. F.; DIAS, C. T. S. Conservação de maçã minimamente processada com o uso de películas comestíveis. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 28, n. 4, p. 872-880, out.-dez. 2008.

FRIEDMAN, M.; BAUTISTA, F. F. Inhibition of polyphenoloxidase by thiols in the absence and presence of potato tissue suspensions. **Journal of Agriculture and Food Chemistry**, Washington, v. 43, p. 69–76, 1995.



GONZÁLEZ-AGUILAR, G. A.; RUIZ-CRUZ, S.; CRUZ-VALENZUELA, R.; RODRÍGUES-FÉLIX, A.; WANG, C. Y. Physiological and quality changes of fresh-cut pineapple treated with antibrowning agents. **Lebensmittel-Wissenschaft und-Technologie**, London, v. 37, n. 3, p. 369-376, May 2004.

GONZÁLEZ-BUESA, E.; ARIAS, E.; SALVADOR, M. L.; ORIA, R.; FERRER-MAIRAL, A. Suitability for minimal processing of non-melting clingstone peaches. **International Journal of Food Science and Technology**. Londrina, v. 46, p. 819 – 826, 2011.

GOODBURN, C.; WALLACE, C. A. The microbiological efficacy of decontamination methodologies for fresh produce: A review. **Food Control**, Vurrey, v. 32, n. 2, p. 418-427, 2013.

GORNY, J. R.; HESS-PIERCE, B.; CIFUENTES, R. A.; KADER, A. A. Quality changes in fresh cut pear slices as affected by controlled atmospheres and chemical preservatives. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 24, n. 3, p. 271-278, Apr. 2002.

GOULARTE, V. D. S., ANTUNES, E. C., ANTUNES, P. L. Qualidade de maçã Fuji osmoticamente concentrada e desidratada. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 20, p. 160-163, 2010.

GUPTA, K. J.; ZABALZA, A.; VAN DONGEN, J. T. Regulation of respiration when the oxygen availability changes. **Physiologia Plantarum**, v. 137, n. 4, p. 383-391, 2009.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008. 1020 p. Coordenadores Odair Zenebon, Neus Sadacco Pascuet e Paulo Tiglea. Versão eletrônica. Disponível em: <[http://www.ial.sp.gov.br/index.php?option=com\\_remository&Itemid=7&func=selese&id=1&orderby=1&page=4](http://www.ial.sp.gov.br/index.php?option=com_remository&Itemid=7&func=selese&id=1&orderby=1&page=4)>. Acesso em: 11 maio 2013.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Banco de dados agregados:** orçamentos familiares. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/orcfam/default.asp>>. Acesso em: 20 maio 2013.

JOHNSTON, J. W.; HEWETT, E. W.; HERTOOG, M. L. A. T. M.; HARKER, F. R. Harvet date and fruit size affect postharvest softening of apple fruit. **Journal of Horticultural Science and Biotechnology**, Kent, v. 77, p. 355-360, 2002.

LINHARES, L. A.; SANTOS, C. D.; ABREU, C. M. P.; CORRÊA, A. D. Transformações químicas, físicas e enzimáticas de goiabas "Pedro Sato" tratadas na pós-colheita com cloreto de cálcio e 1-metilciclopropeno e armazenadas sob refrigeração. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 31, n. 3, p. 829 – 841, 2007.

LUNA-GUZMÁN, I.; BARRET, D. M. Comparison of calcium chloride and calcium lactate effectiveness in maintaining shelf stability and quality of fresh-cut cantaloupes. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 19, n. 1, p. 61-72, 2000.

MARTÍN, L.; BERNARDI, C.; GÜEMES, D.; PIROVANI, M.; PIAGENTINI, A. Evaluación de variedades de duraznos destinadas al mínimo procesamiento. **Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha**, México, v. 12, n. 1, p. 51 - 56, 2011.

MELO, A. A. M.; VILAS-BOAS, E. V. de B. Inibição do escurecimento enzimático de banana 'Maçã' minimamente processada. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 26, n. 1, p. 110-115, jan./mar. 2006.

MELO, A. A. M.; VILAS-BOAS, E. V. de B. Redução do amaciamento de banana 'Maçã' minimamente processada pelo uso de tratamentos químicos. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 31, n. 3, p. 821-828, maio/jun. 2007.

MINOLTA. **Precise Color Communication**: Color Control from Feeling to Instrumentation. Osaka: MINOLTA Co. Ltda., 1994. 49 p.

MOLNAR-PEARL, I.; FRIEDMAN, M. Inhibition of browning by sulfur amino acids: 3. apples and potatoes. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Easton, v. 38, n. 8, p. 1652-1656, 1990.

QI, H.; HU, W.; JIANG, A.; TIAN, M.; LI, Y. Extending shelf-life of Fresh-cut 'Fuji' apples with chitosan-coatings. **Innovative Food Science and Emerging Technologies**, Berlin, v. 12, p. 62 – 66, 2011.

ROCCULI, P.; GALINDO, F. G.; MENDOZA, F.; WADSO, L.; ROMANI, S.; ROSA, M. D.; SJOHOLM, I.; Effects of the application of anti-browning substances on the metabolic activity and sugar composition of fresh-cut potatoes. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 43, n. 1, p. 151-157, Jan. 2007.

ROJAS-GRAÜ, M. A.; SOBRINO-LÓPEZ, A.; TAPIA, M. S.; MARTÍN-BELLOSO, O. Browning Inhibition in Fresh-cut 'Fuji' Apple Slices by Natural Antibrowning Agents. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 71, n. 1, p. 59–65, jan. 2006.

SAPERS, G. M.; MILLER, R. L. Browning inhibition in fresh-cut pears. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 63, n. 2, p. 342-346, 1998.

SILVA, M. M. **Agentes coadjuvantes na preservação das características físico-químicas, sensoriais e microbiológicas de pêssego [*Prunus pérsica* (L.) Batsch] minimamente processado**. 2013. 95 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia Agroindustrial) - Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas.

SIRIPHANIC, J.; KADER, A. A. Effects of CO<sub>2</sub> on total phenolics, phenyl alanine ammonia lyase and polyphenoloxidase in lettuce tissue. **Journal of American Society and Horticultural Science**, Mount Vernon, v. 110, p. 249-253, 1985.

SUPAPVANICH, S.; PIMSAGA, J.; SRISUJAN, P. Physicochemical changes in fresh-cut wax apple (*Syzygium samarangense* [Blume] Merrill & L.M. Perry) during storage. **Food Chemistry**, Washington, v. 127, p. 912 – 917, 2011.

SWAIN, T.; HILLS, W. E. The phenolic constituents of *Prunus domestica*. 1. The quantitative analysis of phenolic compounds. **Journal of the Science Food and Agriculture**, London, v. 10, n. 1, p. 63-68, 1959.



---

*Clima Temperado*